

BAGAZO DE CAÑA DESMEDULADA: SU EMPLEO COMO SUSTRATO EN UN CULTIVO DE GERANIO

H.A. SVARTZ¹; MIRTA G. GONZÁLEZ²; NILDA M. ARRIGO² y R. MARTA PALMA²

Recibido: 30/10/03

Aceptado: 01/07/04

RESUMEN

Los cultivos protegidos realizados en contenedores de volumen de aproximadamente un litro o menores, requieren de algún componente en la mezcla capaz de disminuir su densidad aproximándola a la del suelo. El bagazo de caña desmedulado, subproducto de la industria azucarera, puede convertirse en un material de interés para la zona de producción del NOA y países limítrofes. Una vez resueltos los efectos de la alta relación C/N, con programas de fertilización adecuados, puede constituir un adecuado componente orgánico sustituto de otros materiales que tienen mayor precio en el mercado. Los objetivos de este trabajo fueron: a) caracterizar el bagazo de caña desmedulado y tipificarlo según las normas internacionales y b) analizar la respuesta de un cultivo de *Pelargonium peltatum* variedad "summer showers mix", con cantidades crecientes de bagazo en las mezclas, comparándolo con un testigo. El bagazo fue caracterizado como tipo III, y en las mezclas que contenían hasta 37,5% de este material fue donde se obtuvieron plantas de mayor número de ramificaciones e inflorescencias, mayor crecimiento y apropiado aspecto ornamental.

Palabras clave. Bagazo de caña, geranios, mezclas con bagazo, sustratos.

TRASH OF CANE OF SUGAR: ITS EMPLOYMENT AS SUBSTRATUM IN A GERANIUM CULTIVATION

SUMMARY

The protected cultivations carried out in containers of volume of approximately a liter or smaller, require of some component in the mixture able to diminish the density with regard to the soil. The trash of cane, by-product of the sugar industry, can become a material of interest for the area of production of the NOA and bordering countries. Once resolved the effects of the high C/N relationship, with appropriate fertilization programs, it can constitute an appropriate component organic substitute of other materials that have bigger price in the market. The objectives of this work were: to) to characterize the trash of cane and classify it according to the international norms and b) to analyze the answer of a cultivation of *Pelargonium peltatum* variety "summer showers mix, with growing quantities of trash in the mixtures, comparing it with a witness. The trash was characterized as type III and in the mixtures that contained until 37,5% of this material, plants of more number of ramifications and inflorescences were obtained reaching bigger growth and good ornamental aspect.

Key words. Cane of sugar's trash, geranium, mix with cane of sugar's trash, substrates.

INTRODUCCIÓN

Los cultivos protegidos, realizados en contenedores con volúmenes menores a un litro, presentan frecuentemente deficiencias en el desarrollo de las plantas relacionadas a dificultades con el drenaje. El comportamiento es variable de acuerdo a los sus-

tratos utilizados, siendo necesario el uso de alivianadores en las mezclas (sustancias con volumen importante de vacíos representada por un porcentaje alto de macroporos). Los subproductos de la industria alimentaria y del papel, pueden ser utilizados para solucionar el problema anteriormente mencio-

¹ Cátedra de Jardinería, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Habana 3870 (1417) Buenos Aires.

E-mail: arrigo@agro.uba.ar

² Cátedra Edafología, FAUBA

nado (Arrieta *et al.*, 1993). El uso de cortezas de pino o bagazo de caña molidos cumplen con esas condiciones, dependiendo del grado de molienda, relación C/N orgánicos y presencia o ausencia de la médula en el caso de este último material (Comunicación personal de Daniel Dieguez, 2002).

En la Argentina, el bagazo de caña es un subproducto de la industria azucarera, siendo un material abundante en la zona de producción del NOA y países limítrofes, para aplicaciones alternativas en la vivericultura y recuperación de suelos. Una vez resueltos los efectos de la alta relación C/N, corrigiendo las deficiencias de nitrógeno con programas de fertilización adecuados, pasaría a ser un buen sustituto de otros componentes orgánicos, que resultan costosos por su transporte (Allison, 1965; Heller, 1993).

Los objetivos de este trabajo fueron: a) caracterizar el bagazo de caña desmedulado y tipificarlo según las normas internacionales y b) analizar la respuesta de un cultivo de *Pelargonium peltatum* variedad "summer showers mix", con cantidades crecientes de bagazo en las mezclas, comparándolo con un testigo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Caracterización de los componentes de las mezclas

Se realizaron diferentes mezclas con distintos materiales, las cuales conformaron cinco tratamientos y las proporciones, expresadas en volumen, que constituyeron los mismos se detallan a continuación:

- A: testigo compuesto por suelo 25% y 75% resaca de río;
- B: suelo 25%, resaca de río 50% y 25% bagazo de caña de azúcar;
- C: suelo 25%, resaca de río 37,5% y 37,5% bagazo de caña de azúcar;
- D: suelo 25%, resaca de río 25% y 50% bagazo de caña de azúcar y;
- E: suelo 25% y 75% bagazo de caña de azúcar.

Las características del suelo fueron: carbono oxidable 14,7 g kg⁻¹, N total 1,7 g kg⁻¹, CIC 17,41 cmol kg⁻¹, P extraíble 20,94 mg kg⁻¹, sales solubles 0,5 dS m⁻¹, pH 6,75 y C/N de 8,94.

La resaca de río proveniente del Río Gualaguaychú (provincia de Entre Ríos, Argentina) presentó la siguiente

caracterización: carbono oxidable 336 g kg⁻¹, N total 11,3 g kg⁻¹, CIC 200 cmol kg⁻¹, P extraíble 188,4 mg kg⁻¹ y pH 5,5. El porcentaje de materia orgánica indica claramente el origen del material y la relación C/N resultó alta (29,7) indicando la necesidad de aplicar un programa de fertilización nitrogenada al usar este material.

El bagazo de caña de azúcar del tipo desmedulado, se obtuvo de una molienda de un molino azucarero de la provincia de Tucumán, del total del material se obtuvieron 30 muestras aleatorias, sobre 10 de ellas se determinó la distribución de tamaño de partícula por tamizado (Cuadro N° 1).

CUADRO N° 1. Valores promedio de la distribución porcentual del tamaño de partícula, $n=10$.

	Promedios	Desvío Estándar
Mayor de 8 mm	51,5	± 3,50
8 mm – 4,7 mm	18,5	± 1,81
4,7 mm – 3,4 mm	6,6	± 1,35
3,4 mm – 2 mm	4,9	± 0,94
2 mm – 1 mm	7,3	± 1,11
Menor a 1 mm	11,2	± 1,15

Sobre las 20 muestras restantes se realizaron análisis de las propiedades físicas: densidad actual, densidad aparente, contenido hídrico a 1 kPa y 1,7 kPa, volumen de poros correspondientes a porosidad total, capacidad de aire y agua fácilmente asimilable (Boodt *et al.*, 1974), con la finalidad de clasificarlo según las normas internacionales (Riviere y Nicolas, 1987).

El bagazo de caña se mezcló con el suelo y la resaca de acuerdo a las proporciones indicadas en los tratamientos. Sobre dichas mezclas se evaluaron por triplicado las siguientes propiedades: densidad aparente, densidad real y porosidad total (Klute, 1986), con la finalidad de medir los cambios volumétricos producidos en cada contenedor.

Etapas del cultivo

Las plantas de geranio se obtuvieron a partir de semillas sembradas en una mezcla de tierra negra y resaca de río en proporción volumétrica uno:uno. Se seleccionaron cuatrocientas plántulas, las que fueron colocadas en macetas de plástico negro tamaño N°12 conteniendo

las mezclas correspondientes a los tratamientos. El diseño experimental fue en bloques completamente aleatorizados con cinco repeticiones.

Las plantas se desarrollaron bajo un invernáculo con cubierta de polietileno LDT de 200 μm , expuestas a pleno sol. Debajo de cada maceta se colocaron vasos transparentes de plástico con una capacidad de 500 cm^3 , con el objeto de recolectar el agua de drenaje de cada maceta y poder reincorporarla cuando el riego fuese necesario. Se llevó un control estricto del volumen de agua y/o fertilizantes que recibió cada maceta mediante el uso de un recipiente de volumen graduado, el sustrato se mantuvo a 65%, aproximadamente, de su máxima capacidad de retención hídrica medida gravimétricamente.

La solución fertilizante usada para todos los tratamientos, aplicada en períodos semanales, estaba compuesta sobre la base de ácido fosfórico, nitrato de potasio y nitrato de amonio (Gabriels *et al.*, 1985). Cada maceta recibió 0,011 g de nitrógeno, 0,011 g de fósforo y 0,007 g de potasio. Este programa de fertilización se seleccionó por ser el empleado habitualmente por los productores. Además, a todas las macetas se les aplicó funguicida (propamocarb 2,5%, benomil 1% y captan 1%).

Durante el ensayo se realizaron mediciones de temperatura en los sustratos, para verificar si el desprendimiento de calor, podía generar problemas en el cultivo, fundamentalmente, cuando el bagazo se aplicó en mayor porcentaje. Las malezas fueron extraídas en forma manual durante todo el experimento.

A los 90 días de iniciado el ensayo se cosechó el material vegetal y sobre el mismo se realizaron las siguientes mediciones:

Caracteres Vegetativos: a) número de hojas: se contaron hojas expandidas y no expandidas; b) número de ramificaciones; c) largo caulinar total: la medición incluyó el largo del tallo principal y de cada una de las ramificaciones y d) largo del tallo principal: se midió desde el nudo cotiledonal hasta el ápice.

Caracteres Reproductivos: a) número de nudos en la inflorescencia; b) número total de inflorescencias, incluyendo los pimpollos; c) posición de la primera inflorescencia y d) momento de floración.

Para obtener el peso seco, el material vegetal se secó en estufa 60 °C hasta constancia de peso y el mismo fue particionado en hojas, inflorescencias, tallos y raíces.

Metodología estadística

Los datos fueron analizados mediante un ANVA y a las diferencias de medias entre tratamientos se les aplicó la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización del bagazo de caña

En el Cuadro N° 2 se presentan los valores de las propiedades físicas de muestras de bagazo y de acuerdo a sus características físicas, este sustrato pertenece al tipo III según las normas internacionales establecidas por Riviere y Nicolas (1987). Por estas características este material modifica la porosidad total y la proporción de fracciones gruesas de poros (mayores de 100 μm).

Respuesta del cultivo

En la Figura 1 se observan diferencias significativas entre los distintos tratamientos siendo mayor el número de hojas y de ramificaciones en los tratamientos A, B y C que en los restantes. En estos últimos el número de hojas en promedio se redujo 18% y el de ramificaciones 15%.

La Figura 2 representa el largo caulinar total diferenciándose significativamente los tratamientos A, B y C del D y E; la disminución en los últimos fue en promedio del 30%.

En la Figura 3 se visualiza que el número de nudos en la inflorescencia y el número de inflorescencias fueron significativamente diferentes en los primeros tres tratamientos cuando se los comparó con los tratamientos D y E; la disminución en ambas variables fue de 27% en promedio.

La variable vegetativa largo del tallo principal y dentro de las reproductivas, la posición de la primera inflorescencia y momento de floración no presentaron diferencias significativas entre tratamientos (datos no mostrados). Este comportamiento podría explicarse porque este cultivar de geranio presenta un alto grado de mejoramiento genético (F1) que ejerce un efecto predominante sobre los factores ambientales.

En la Figura 4, el peso seco de raíz no manifestó diferencias; por el contrario el peso de la parte aérea de la planta presentó diferencias significativas de los tratamientos A, B y C con los restantes, siendo la reducción de 28%. El incremento de peso seco aéreo refleja plantas con mayor número de ramificaciones y follaje, otorgándoles un mejor aspecto ornamental. Los resultados obtenidos confirman que los tratamientos con contenidos de bagazo

CUADRO N° 2. Propiedades medidas para caracterizar el bagazo de caña de azúcar, $n=20$.

Muestra	Densidad actual (g cm ⁻³)	Contenido hídrico (kPa = 1)	Contenido hídrico (kPa = 1,7)	Agua fácilmente asimilable (cm ³ cm ⁻³)	Densidad aparente (g cm ⁻³)	Porosidad total (cm ³ cm ⁻³)	Capacidad de aire (cm ³ cm ⁻³)
1	1	0,78	0,18	0,6	0,12	0,91	0,13
2	0,99	0,79	0,18	0,61	0,14	0,90	0,11
3	1,1	0,8	0,2	0,6	0,13	0,91	0,11
4	1,15	0,81	0,22	0,59	0,11	0,92	0,11
5	1	0,79	0,22	0,57	0,15	0,89	0,10
6	1,05	0,77	0,17	0,6	0,14	0,90	0,13
7	1,1	0,8	0,2	0,6	0,14	0,90	0,10
8	0,95	0,79	0,19	0,6	0,13	0,91	0,12
9	0,99	0,77	0,16	0,61	0,12	0,91	0,14
10	1,1	0,83	0,19	0,64	0,15	0,89	0,06
11	1,15	0,82	0,2	0,62	0,15	0,89	0,07
12	0,95	0,79	0,16	0,63	0,14	0,90	0,11
13	0,98	0,8	0,2	0,6	0,13	0,91	0,11
14	1,15	0,79	0,14	0,65	0,13	0,91	0,12
15	1	0,78	0,15	0,63	0,12	0,91	0,13
16	1	0,8	0,18	0,62	0,13	0,91	0,11
17	1	0,81	0,2	0,61	0,13	0,91	0,10
18	0,99	0,82	0,22	0,6	0,11	0,92	0,10
19	0,98	0,8	0,21	0,59	0,12	0,91	0,11
20	1	0,79	0,17	0,62	0,13	0,91	0,12
Media	1,03	0,80	0,19	0,61	0,13	0,91	0,11
Desvío estándar	±0,07	±0,02	±0,02	±0,02	±0,01	±0,01	±0,02

superior a 37,5% (tratamientos D y E) causan una marcada disminución en el diámetro y en el número de ramificaciones, en el largo caulinar total, en el número de hojas y de inflorescencias. Estas observaciones conciden con el menor peso aéreo determinado en estos tratamientos.

Al analizar el consumo de agua por la planta, se observaron diferencias significativas (datos no mostrados). Cuando se compararon los volúmenes de agua adicionada a las macetas, el testigo tuvo un 20% de consumo mayor que las mezclas con bagazo.

Asignando al contenido hídrico del testigo un valor índice cien (Boodt, 1973); en las mezclas con bagazo, el consumo hídrico presentó un ordenamiento decreciente con respecto al testigo de: 93; 85; 75 y 60 para los tratamientos B, C, D y E, respectivamente.

En el Cuadro N° 3, se observa que la porosidad total inicial es menor cuanto mayor es el contenido volumétrico de bagazo en las mezclas, esto podría deberse a un reordenamiento de partículas, fundamentalmente en materiales con alta variabilidad en

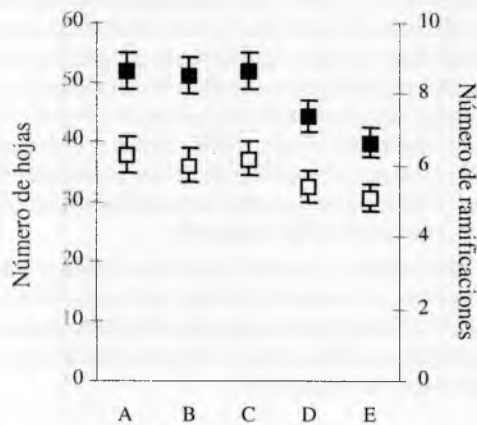


FIGURA 1. Caracteres vegetativos de *Pelargonium peltatum*. A: testigo, B: suelo 25%, resaca de río 50% y 25% bagazo; C: suelo 25%, resaca de río 37,5% y 37,5% bagazo; D: suelo 25%, resaca de río 25% y 50% bagazo y E: suelo 25% y 75% bagazo. ■ Número de hojas, □ Número de ramificaciones. Las barras indican desvío estándar.

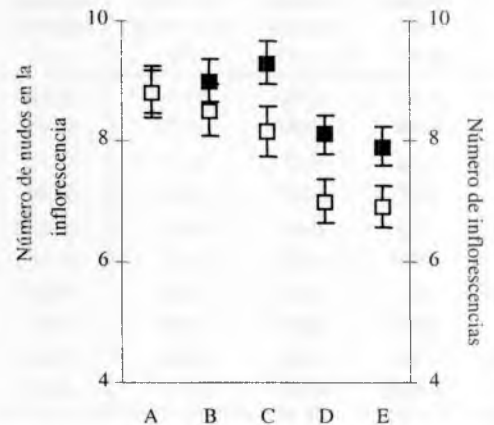


FIGURA 3. Caracteres reproductivos de *Pelargonium peltatum*. A: testigo, B: suelo 25%, resaca de río 50% y 25% bagazo; C: suelo 25%, resaca de río 37,5% y 37,5% bagazo; D: suelo 25%, resaca de río 25% y 50% bagazo y E: suelo 25% y 75% bagazo. ■ Número de nudos en la inflorescencia, □ Número de inflorescencias. Las barras indican desvío estándar.

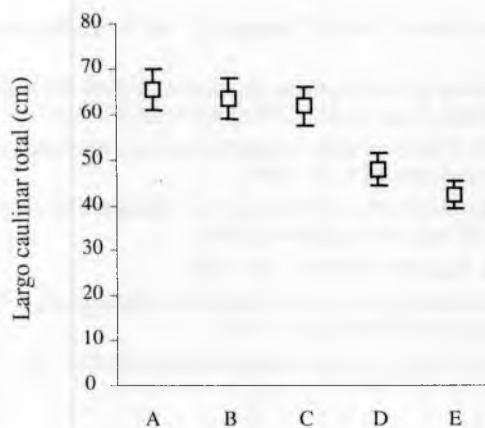


FIGURA 2. Caracter vegetativo de *Pelargonium peltatum*. A: testigo, B: suelo 25%, resaca de río 50% y 25% bagazo; C: suelo 25%, resaca de río 37,5% y 37,5% bagazo; D: suelo 25%, resaca de río 25% y 50% bagazo y E: suelo 25% y 75% bagazo. Las barras indican desvío estándar.

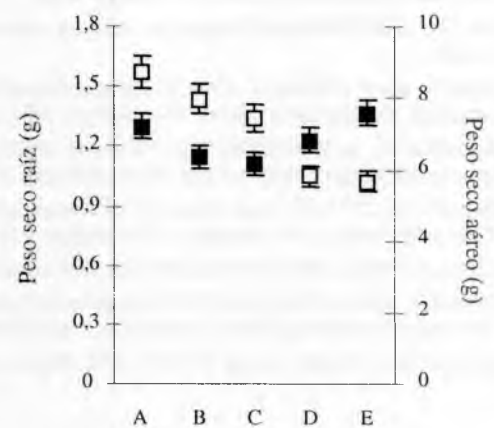


FIGURA 4. Peso seco de *Pelargonium peltatum*. A: testigo, B: suelo 25%, resaca de río 50% y 25% bagazo; C: suelo 25%, resaca de río 37,5% y 37,5% bagazo; D: suelo 25%, resaca de río 25% y 50% bagazo y E: suelo 25% y 75% bagazo. ■ Peso seco de raíz, □ Peso seco aéreo. Las barras indican desvío estándar.

CUADRO N° 3. Propiedades físicas de las mezclas, $n=5$.

	Densidad real (g cm ⁻³)	Densidad aparente (g cm ⁻³)	Porosidad total inicial (%)	Porosidad total final (%)
A	1,63 ±0,09	0,40 ±0,08	75,71 ±3,78	65,58 ±4,59
B	1,40 ±0,07	0,37 ±0,03	73,31 ±4,39	63,27 ±3,80
C	1,18 ±0,09	0,49 ±0,02	68,14 ±2,73	60,00 ±1,20
D	1,03 ±0,03	0,38 ±0,02	63,56 ±5,08	59,00 ±7,67
E	1,00 ± 0,09	0,35 ±0,04	65,20 ±7,17	57,84 ±4,69

el tamaño de sus componentes como es el bagazo (Orozco *et al.*, 1994). La disminución porcentual del volumen determinada por los valores de la porosidad final indican que hubo una pérdida de macroporos probablemente atribuible a dos causas: a) por los procesos de mineralización de los componentes orgánicos (Bunt, 1988; Bures y Pokorny, 1992), y b) por el incremento de las fracciones de meso y microporos que explican la disminución de los valores de densidad aparente.

Resumiendo: cuando el bagazo de caña se empleó como componente de mezclas que contenían hasta 37,5% las plantas de geranio obtuvieron mayor número de ramificaciones e inflorescencias y apropiado aspecto ornamental.

BIBLIOGRAFÍA

- ALLISON, F. 1965. Descomposition of wood and bark sawdusts in soil, nitrogen requirements, and effects on plants. U.S. Department. *Agricultural. Technology Bulletin* 1332: 1-32.
- ARRIETA, V.; V. TERÉS; I. ESNAOLA y I. OLAVARRÍA. 1993. Ensayo comparativo de diferentes sustratos para cultivo en contenedor de *Pelargonium*. II Congreso Ibérico de Ciencias Hortícolas, *Actas*: 1179 – 1184.
- BOODT, M. DE; O. VERDONCKY and I. CAPPAERT. 1974. Method for measuring the water release curve of organic substrates. *Acta Horticulturae* 37: 2054 – 2062.
- BUNT A.C. 1988. Media and mixes for container – grown plants. *Modern Potting Composts*. 2nd ed. Unwin Hyman. Londres.
- BURES, S. and F. POKORNY. 1992. Computer model for predicting volume shrinkage upon mixing three different container medium components. *Proceedings of the SNA*, Atlanta, Georgia. Research Conference 37: 120-121.
- GABRIELS, R.; A. VAN KEIRSTBULCK and H. ENGELS. 1985. Computer aided chemical analysis and fertilizer recommendation of compost and other substrates. *Acta Horticulturae* 172: 245- 249.
- HELLER, D.A. 1993. El uso de virutas de salicáceas como sustrato en el cultivo de *Pelargonium* "Summer Showers". Tesina de Grado de Tecnicatura de Floricultura y Jardinería. Facultad de Agronomía UBA.
- KLUTE, A. 1986. Methods of soil analysis. SSSA Book Series, Madison, WI, USA, pp: 1188.
- RIVIERE, L. M. et H. NICOLAS. 1987. Conduite de l'irrigation des cultures hort-sol sur substrats: contraintes liées au choix des substrats. Milieux poreux et transferts hydriques. *Bull GFHN* 22: 47 – 70.
- OROZCO, R.; O. MARFA and S. BURES. 1994. Water status of graded perlites. *Acta Horticulturae* 401:137 -143.